

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Старовіта Івана Сергійовича

на тему «Моделі та програмні засоби управління вентиляційними установками
НБК ЧАЕС з використанням машинного навчання»
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 12 – Інформаційні технології
за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертації.

Загруженість 4-го енергоблоку ЧАЕС безпосередньо перед аварією, що сталася 1986 року, складала близько 200 тон ядерного палива, при цьому більшість радіоактивно забруднених речовин залишились в межах об'єкту. З метою захисту навколишнього середовища, в мінімальний термін після аварії, побудовано «Об'єкт Укриття», експлуатаційний термін якого складав декілька десятиліть, відповідно з плином часу з'явилася потреба у більш тривалому та надійному рішенні.

У 2019 році зведено Новий Безпечний Конфайнмент (НБК), який має забезпечувати радіаційну безпеку під час розбирання старих конструкцій та утилізації радіоактивних відходів. Оскільки НБК є негерметичною спорудою, на яку впливають різноманітні чинники, включаючи метеорологічні умови, а також режими проведення внутрішніх робіт, оптимальна робота система вентиляції є критично важливою для забезпечення захисту персоналу та оточуючого середовища.

З метою підвищення ефективності процесу управління вентиляційними системами постає задача застосування спеціалізованих методів програмної інженерії. Існуючі інформаційні системи НБК обмежені у своїх можливостях прогнозування та управління, що збільшує кількість і складність задач, вимагаючи швидкого прийняття рішень на основі аналізу поточних даних. Саме вирішенню актуального завдання з розроблення науково-методичних підходів щодо оптимізації управління ВУ НБК ЧАЕС та системи підтримки прийняття рішень щодо управління вентиляційними установками присвячена робота Старовіта Івана Сергійовича.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дослідження полягає в наступному.

Вперше, для Нового Безпечного Конфайнменту, розроблено архітектуру системи підтримки прийняття рішень щодо оптимального управління вентиляційними установками, що дозволяє в режимі реального часу отримувати інформацію щодо оптимальних витрат ВУ та проводити прогнозні розрахунки гідравлічного стану НБК.

Вперше запропоновано алгоритм з використанням багатопоточності (паралелізм на рівні даних) для удосконалення алгоритмічно-програмних методів визначення тисків всередині НБК та площ неконтрольованих протічків

на основі фізичної моделі, що дозволило пришвидшити розрахунки в 5 разів (паралельність 80%).

Вперше розроблено спосіб використання моделей машинного навчання для оцінки гідравлічного стану НБК, який відрізняється від відомих тим, що використовує нейронні мережі для прогнозування перепадів тисків, що дозволило підвищити точність прогнозування тисків всередині НБК, а саме зменшити середню абсолютну похибку прогнозування на 30.5% (0.432 Па) для внутрішнього датчика та 34% (5.61 Па) для зовнішніх датчиків.

Вперше розроблено алгоритмічно-програмний метод знаходження оптимальних витрат ВУ при змінних граничних умовах з використанням моделей на основі машинного навчання, який дозволив знизити витрати електроенергії в 2 рази (на 52%), а витрати радіоактивних аерозолів за межі НБК на 98% (з 4753 м³ до 122 м³).

Вперше розроблено алгоритмічно-програмний метод оцінки очікуваних викидів радіоактивних аерозолів за межі НБК на підставі статистичних метеорологічних даних, що дозволило отримати розподіл викидів при різних режимах роботи вентиляційних установок.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі інженерії програмного забезпечення в енергетиці КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках НДР “Програмне забезпечення системи підтримки прийняття рішень забезпечення техногенно-екологічної безпеки” (РК №0121U109761) під керівництвом д.т.н., професора Гаврилка Євгена Володимировича та д.т.н., професора Круковського Павла Григоровича. Результати дослідження прийнято до впровадження в Державному спеціалізованому підприємстві «Чорнобильська АЕС» (№ 0700-148 від 29.06.2023); в Інституті технічної теплофізики НАН України (акт реалізації від 12.01.2024 р.); в навчальному процесі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (акт реалізації від 15.09.2023 р.) при викладанні дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем».

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання з розробки науково-методичних підходів щодо оптимізації управління ВУ НБК ЧАЕС виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Старовіта І.С. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 121- Інженерія програмного забезпечення та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Інженерія програмного забезпечення. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям Інженерії програмного забезпечення.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Старовіта Івана Сергійовича є результатом самостійних досліджень

здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. В роботі використаний науковий стиль та загальноприйнята термінологія. Матеріал викладено зрозуміло та з логічною послідовністю. В кожному розділі є відповідні посилання на відповідні джерела та представлені результати досліджень. Робота виконана в чіткій логічній послідовності відповідно до поставлених мети і задач досліджень, що сприяє доступності сприйняття та використання.

Дисертаційна робота складається з 208 сторінок, що містять вступ, п'ять розділів, висновки, перелік використаних джерел (109 найменувань).

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 15 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 3 статті у періодичних наукових виданнях (Scopus Q1-Q3). Окрім цього результати дисертації апробовано на 7 наукових фахових конференціях.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У дисертаційній роботі представлено опис структури пакету оцінки гідравлічного стану НБК. Хоча було продемонстровано певну кількість діаграм класів цього пакету, доцільно було б надати діаграми класів для інших важливих складових, таких як підпакет обробки даних та візуалізації. Це б дозволило забезпечити більш повне розуміння структури та функціональних можливостей розробленого пакету.
2. На рисунку 4.41 представлено приклад дерева рішень для визначення оптимальних витрат вентиляційних установок за певних параметрів вітру. Проте, розроблена система підтримки прийняття рішень не містить відповідних візуалізацій. Використання дерева рішень у візуалізаціях могло б значно покращити якість управління вентиляційними установками, надавши користувачам зрозуміле та наочне представлення можливих варіантів рішень.
3. На мою думку, доцільно було б ввести показник ефективності управління вентиляційними установками, який враховував би кількість зекономленої електроенергії та зменшення викидів радіоактивних аерозолів. Такий показник дозволив би більш точно оцінити ефективність розробленої системи та сприяв би оптимізації процесів управління з точки зору енергетичних та екологічних показників.

4. Вважаю, що наведена блок-схема методу простих ітерацій (рис. 2.2) є надлишковою, оскільки цей чисельний метод є загальновідомим. При цьому не обґрунтовано вибір саме цього методу та не проведено порівняння з іншими існуючими методами для вирішення відповідної системи рівнянь. Викладення аргументів на користь обраного методу та порівняння його з альтернативними підходами було б корисним для підвищення наукової цінності роботи..

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Старовіта Івана Сергійовича на тему «Моделі та програмні засоби управління вентиляційними установками НБК ЧАЕС з використанням машинного навчання» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 12–Інформаційні технології. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Старовіт Іван Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

Рецензент:

Професор кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці
навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики

Національного технічного університету України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

доктор технічних наук, професор



2024 року

